

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-148333

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/321
H01L 21/60

(21)Application number : 08-235091

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 05.09.1996

(72)Inventor : KARASAWA KAZUAKI
NAKANISHI TERU
AKAMATSU TOSHIYA

(30)Priority

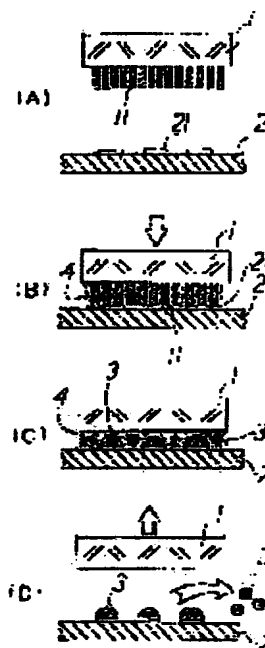
Priority number : 07242116 Priority date : 20.09.1995 Priority country : JP

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To avoid causing troubles such as poor positioning of bumps being formed in transfer or plating steps, dispersion of bump heights, growth of voids or solder balls, peel of bumps and ununiformity of plated bumps with resist masks.

SOLUTION: A semiconductor device has bumps 3 formed by transferring original bumps 11 formed on a bump base board 1 to metallized layers 21 for electrodes on a substrate 2. In position, the bumps 11 are made to have a diameter and pitch smaller than the gap between the adjacent layers 21 and pitch thereof, respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3267167

[Date of registration] 11.01.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

11.01.2005

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-148333

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int. Cl. ⁶
H01L 21/321
21/60 311

F I
H01L 21/92 604 F
21/60 311 S
21/92 604 C

審査請求 未請求 請求項の数23 ○ L (全19頁)

(21) 出願番号 特願平8-235091

(22) 出願日 平成8年(1996)9月5日

(31) 優先権主張番号 特願平7-242116

(32) 優先日 平7(1995)9月20日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 柄澤 一明

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 中西 輝

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 赤松 俊也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

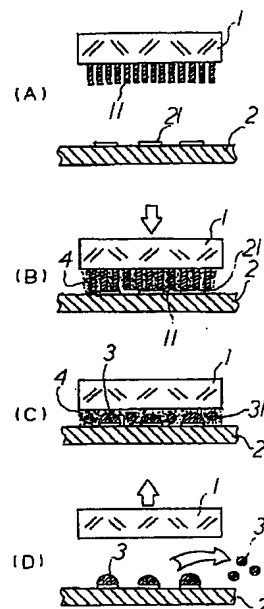
(54) 【発明の名称】 半導体装置とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体装置とその製造方法に関し、転写工程
或いはめっき工程によってパンプを形成する際の位置合
わせ、パンプ高さのばらつき、ボイドやはんだボールの
発生、パンプの剥離、レジストをマスクとしためっきパ
ンプの不均一などの不具合を防止する。

【解決手段】 位置合わせについては、パンプ用基板1
上に設けられた複数の転写用パンプ11が基板2上に設け
られた複数の電極用メタライズ層21に転写されてなるパ
ンプ3を有する半導体装置において、前記転写用パンプ
11が、直径が、隣接する前記電極用メタライズ層21同士
の隙間よりも小さく、かつ、ピッチが、前記電極用メタ
ライズ層21のピッチよりも小さく形成されるように半導
体装置を構成する。

本発明の第1の実施例の説明図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 バンプ用原板上に設けられた複数の転写用バンプが基板上に設けられた複数の電極用メタライズ層に転写されてなるバンプを有する半導体装置において、

前記転写用バンプが、直径が、隣接する前記電極用メタライズ層同士の隙間よりも小さく、かつ、ピッチが、前記電極用メタライズ層のピッチよりも小さく形成されているものであることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 前記バンプ用基板が、ガラス、シリコン、セラミックまたはプラスチックからなる請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 3】 前記基板が、電極用メタライズ層以外の表面が前記転写用バンプに不滯の絶縁材料で覆われている請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 4】 前記転写用バンプが、Pb、Sn、In、Bi、Ga、GeまたはSbの少なくとも一つを含むはんだからなる請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、前記バンプ用原板上の転写用バンプを前記基板上の電極用メタライズ層に移設する転写工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 前記転写工程のあと、前記基板上に形成されたバンプの間に生じて点在するはんだ塊を転写工程で塗布したフラックスとともに洗浄する除去工程を含む請求項 5 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 バンプ用原板に重畳されたメタルマスクの複数の開孔を通して蒸着によって形成された転写用バンプを基板に移設する転写工程を含む半導体装置の製造方法において、前記メタルマスクを検査し、所定の面積の 20% 以下の開孔面積を含むメタルマスクを不具合として不使用にするとともに、前記転写工程を複数回繰り返すことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 8】 基板上に設けられた絶縁層に穿設された複数の電極用メタライズ層にバンプ用原板上に設けられた転写用バンプを移設する転写工程を含む半導体装置の製造方法において、前記電極用メタライズ層と前記絶縁層とに跨がるように金属層を設ける工程と、該金属層は前記転写用バンプに濡れて拡散するものであり、前記転写工程に際しては、前記転写用バンプを前記金属層に位置合わせする工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 バンプ用原板上に蒸着工程によって形成された転写用バンプを、基板上に設けられた電極用メタライズ層に移設して該基板上にバンプを形成する転写工程を含む半導体装置の製造方法において、前記転写用バンプ形成領域の回りに該転写用バンプに不

滯の周覆層を設ける工程と、

前記蒸着工程が終わったあと、加熱して前記転写用バンプを融解してから前記周覆層を除去する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 基板上に設けられた電極用メタライズ層にバンプ用原板上に設けられた転写用バンプを移設して該基板上にバンプを形成する転写工程を含む半導体装置の製造方法において、

前記電極用メタライズ層の回りに、該転写用バンプに不滯の周覆層を設ける工程と、
前記転写工程が終わったあと、前記周覆層を除去する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 11】 前記周覆層が、前記バンプと差別的にエッチング除去可能な金属層、または溶剤によって溶解除去可能な樹脂層からなる請求項 9 または 10 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 12】 基板上に重畳されたメタルマスクの開孔を通して該基板上に設けられた電極用メタライズ層にバンプが蒸着される工程を含む半導体装置の製造方法において、

前記メタルマスクが、寸法の異なる開孔を有する複数のメタルマスクの重畳体からなり、開孔が前記基板に向かって拡開するように重畳されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 13】 前記転写用バンプが、Pb、Sn、In、Bi、Ga、GeまたはSbの少なくとも一つを含むはんだからなる請求項 12 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 14】 バンプ用原板に重畳されたメタルマスクの開孔を通して蒸着された転写用バンプが基板上の電極用メタライズ層に移設される転写工程を含む半導体装置の製造方法において、

前記メタルマスクが、寸法の異なる開孔を有する複数のメタルマスクの重畳体からなり、開孔が前記バンプ用原板に向かって拡開するように重畳されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 15】 前記バンプ用原板が、ガラス、シリコン、セラミックまたはプラスチックの少なくとも一つからなる請求項 7、8、9、10 または 14 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 16】 前記基板が、電極用メタライズ層以外の表面が前記転写用バンプに不滯の絶縁材料で覆われている請求項 7、12 または 14 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 17】 前記転写用バンプが、Pb、Sn、In、Bi、Ga、GeまたはSbの少なくとも一つを含むはんだからなる請求項 7、8、9、10 または 14 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 18】 請求項 7、8、9、10、12 または 14 記載の半導体装置の製造方法によって形成されることを特

徴とする半導体装置。

【請求項 19】 金属電極が形成された半導体基板上にレジストをマスクとしてめっきにより形成されたはんだパンプを有する半導体装置の製造方法において、金属電極が形成された半導体基板上にはんだの融点に耐える絶縁膜を該金属電極上を除いて被覆する工程と、次に、該絶縁膜上にめっき用のレジストを被覆し、該金属電極を含み少なくとも該金属電極より大きい径の開口部を形成する工程と、次に、該開口部内にはんだをめっきする工程と、次に、該はんだを加熱熔融して球状のはんだパンプを形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 20】 前記金属電極が形成された半導体基板上にはんだの融点に耐える絶縁膜を該金属電極上を除いて被覆した後、該金属電極の表面を逆スパッタして、該絶縁膜上に金属膜または金属粒子を堆積する工程を含む請求項 19 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 21】 前記絶縁膜が、ポリイミド膜である請求項 19 または 20 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 22】 前記めっき用絶縁膜としてポリイミド膜を用いることを特徴とする請求項 19 または 20 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 23】 前記はんだが、Pb、Sn、Ag、Sb、In、Bi のうち少なくとも一つの成分を含む請求項 19 または 20 記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体チップと基板を接続するパンプ、特にフリップチップ接続法によって半導体チップを基板に搭載するためのパンプを有する半導体装置とその製造方法に関する。

【0002】 電子機器に用いられる半導体素子や電子部品などは、回路基板などに搭載して電気的に接続するために、いろいろな形態の電極が設けられ、これらの電極同士はいろいろな接続手段によって接続される。

【0003】 近年、配線長を短くして電子機器を高速に動作させるために、ワイヤを用いないで突起状の電極（以下、パンプと呼ぶ）同士を直接接合する手段が採られるようになっており、その代表的な接合方法はフリップチップ接合法である。パンプによる接合においては、一括して多くの微細なパンプを形成する必要があり、微細で高さの揃ったパンプを如何に効率よく信頼性よく形成するかが課題となっている。

【0004】

【従来の技術】 図 13 は転写法によるパンプの形成方法の模式的な工程図、図 14 は蒸着法で形成したパンプの高さの実測値、図 15 はパンプの中のボイド発生を説明する模式図、図 16 は回り込み膜からはんだ塊の生成を説明する模式図、図 17 は蒸着法によるパンプの剥離を説明する模

式図、図 18 は従来のパンプ用はんだの形成方法の模式的な工程図、図 19 は従来例のパンプ用はんだの形成後の顕微鏡写真である。

【0005】 図において、1 はパンプ用基板、2 は基板、3 はパンプ、4 はフラックス、5 はメタルマスク、5a は第 1 マスク、5b は第 2 マスク、6 は金属層、7 は周覆層、8 は転写用パンプ、21 は電極用メタライズ層、22 は絶縁膜、31 ははんだ塊、51 は重畳体、91 は半導体基板、92 は金属電極、93 は絶縁膜、94 は液状レジスト、95 はパンプ、96 はドライフィルム、97 は開口部、98 は空隙、99 は凹凸面である。

【0006】 パンプを形成するにはいろいろな方法が提案されているが、はんだパンプの場合には、メタルマスクを用いて蒸着したり、マスクの開孔にはんだボールを充てんして融着したり、はんだペーストを塗着したり、めっきしたりする方法などがあるが、めっきは微細なパンプを短時間の処理で形成できる利点を持つ。

【0007】 さらに、パンプを設けようとする半導体チップや半導体チップを搭載する回路基板を蒸着槽やめっき槽などの処理槽の中に導入せずに済ますために、予めシリコンやガラスなどの原板上にパンプを設け、そのパンプを半導体チップや回路基板に転写する転写法がよく用いられる。

【0008】 図 13 は転写法によるパンプの形成方法の模式的な工程図である。転写法によって半導体素子などが形成された基板 2 にパンプ 3 を形成するには、先ず転写するためのいわゆる転写用パンプ 11 を予めシリコンやガラスなどのパンプ用基板 1 の上に設ける。この転写用パンプ 11 はいろいろな方法によって形成される。

【0009】 図 13 の (A) は、パンプ用基板 1 を例えばコパール製のメタルマスク 5 で被って蒸着する、いわゆるマスク蒸着法によって転写用パンプ 11 を形成する方法の模式図である。図示していない蒸着源には例えば In はんだを用い、メタルマスク 5 の所定の位置の開孔からパンプ用基板 1 の表面にはんだを所定の厚みになるように堆積させ、メタルマスク 5 を外せば転写用パンプ 11 が形成できる。メタルマスク 5 を外す際、転写用パンプ 11 が損傷しないように、メタルマスク 5 にはんだに濡れにくい処理が施されている。

【0010】 次いで、図 13 の (B) では、パンプ用基板 1 にレジスト 8 を被着して所定の位置に開孔し、めっきによってはんだを堆積させ、レジスト 8 を剥離して転写用パンプ 11 とする。

【0011】 次いで、図 13 の (C) では、パンプ用基板 1 をメタルマスク 5 で覆い、所定の位置の開孔にはんだペースト 9 を充てんしてからメタルマスクを外して転写用パンプ 11 を得る。

【0012】 図 13 の (D) において、基板 2 には、予め転写用パンプ 11 と位置合わせしてある所定の位置に電極用メタライズ層 21 が設けられている。この電極用メタラ

イズ層21には、例えば、TiやCr、Pt、Ni、Au、Cuなどを積層した薄膜層が用いられる。この場合、TiやCrは基板2の密着性、PtやNiははんだの拡散防止、AuやCuははんだ濡れ性を良くするための膜である。

【0013】図13の(E)において、必要に応じて転写用バンプ11にフラックス4を塗布し、電極用メタライズ層21が形成された基板2の上に、転写用バンプ11が設けられたバンプ用原板1を対向して重ね合わせ、電極用メタライズ層21に転写用バンプ11を当接させて加熱する。そうすると、転写用バンプ11が溶けて電極用メタライズ層21に転写される。

【0014】図13(F)において、バンプ用原板1を基板2から開離し、必要に応じてフラックス洗浄を行えば、基板2の上にバンプ3を形成することができる。また、めっきによるバンプの形成では、レジストをマスクとして、半導体基板上の金属電極にはんだバンプを形成する方法が良く用いられる。

【0015】図18はレジストをマスクとしたバンプ用めっきの従来例の説明図で、模式的な工程図を示す。電解めっきで用いるレジストには、大きく分けて2種類ある。一つは図18(A)に示す通常の液状レジスト94で、パターンニング後の膜厚が数〜十数 μm であり、数 μm 程度の微細なパターンが形成できる。もう一つは図18(B)に示すドライフィルム96で、膜厚が数十 μm 以上の比較的大きいパターンが形成できる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】上記のような転写法によるバンプの形成は、電極の導出本数が増大してバンプのサイズが小さくなり、あるいはバンプ同士のピッチが細くなるといういろいろな厄介な課題が生じる。

【0017】(1)課題：1 (バンプ転写の際の位置合わせ)

バンプを転写によって形成するためには、電極用メタライズ層と転写用バンプを対向するように位置合わせする必要がある。ところが、例えば、直径が $200\mu\text{m}$ で、ピッチが $500\mu\text{m}$ といった細かいバンプ寸法になると、この位置合わせが厄介であるため、手間隙掛けずにバンプ転写の位置合わせができることが望まれている。

【0018】(2)課題：2 (バンプの高さのばらつき)

フリップチップ接合を行う場合には、バンプの高さは一様であることが望まれる。ところが、バンプの高さは、図14に示した実測値から分かるようにばらつくことが避けられず、ハッチ付き矢印に示した異常に高いバンプや白抜き矢印で示した異常に低いバンプなどが形成されてしまう。異常に高いバンプの場合には、数が少なければ、フリップチップ接合の際に加圧して潰せれば接合不具合とはならない。しかし、異常に低いバンプの場合には、例えば数千個のバンプを加圧して潰さなければ低い

バンプとは接合できないので、実質的に接合不具合とみなされる。

【0019】このようなバンプの高さのばらつきは、転写用バンプがマスク蒸着によって形成される場合には、メタルマスクの開孔面積のばらつきに起因している。因みに、メタルマスクはエッチングによって開孔されるため、開孔面積の精度は $\pm 20\%$ 程度である。一方、バンプの高さはバンプの体積によって決まる。従って、 -20% の開孔のマスク蒸着によって形成されたバンプの体積は、 $(1-0.2)^2 = 0.64$ つまり平均的なバンプの 64% となる。バンプの形状を球と仮定すると、 $0.64^{1/3} = 0.86$ 、つまりバンプの高さは平均的な高さの -14% となり、安定した接合ができない。

【0020】(3)課題：3 (バンプ中のボイドの発生)

バンプ転写法によって、半導体チップ特にLSIチップ上にバンプを形成する際に、通常チップ上にはバンプを設ける電極用メタライズ層以外の部位はポリイミドの絶縁膜で覆われている。そのため、電極用メタライズ層の部位が電極の回りよりも低くなっている。

【0021】図15(A)において、図示していないバンプ用原板に設けた転写用バンプ11を基板2上の電極用メタライズ層21に位置合わせして衝合した際、転写用バンプ11の周縁が絶縁膜41の乗っかり隙間42が生じる。また、多少の位置ずれがあると転写用バンプ11が電極用メタライズ層21と絶縁膜41とに跨がり、転写用バンプ11と電極用メタライズ層21との間に隙間42が生じることもある。この状態で加熱して転写を行うと、図15(B)に示したようにこの隙間42が中空のボイド43としてバンプ3の中に残存することが間々起こる。

【0022】このボイド43は、マスク蒸着法で転写用バンプを形成した場合には、密度が低いために、電極用メタライズ層21が凹んだ構成になっていない場合でも発生することがある。そして、転写の際にフラックスが用いられるので、フラックスが洗浄されずにボイドの中に残ってしまい腐食の原因となる。

【0023】バンプの中にボイドが発生することを防ぐ方法としては、バンプを真空中で熔融して脱ガスする方法が知られている。しかし、例えばLSIに例をとると、電極上に形成されたバンプを熔融させると、バンプと電極との相互拡散によって配線が劣化したり、バンプの疲労寿命が短くなったりする。そのため、一旦形成したバンプをボイド除去のために熔融することは好ましくない。

【0024】さらに、電極径 $100\mu\text{m}$ 、接合高さ $80\mu\text{m}$ のフリップチップ接合部において、 $40\mu\text{m}$ のボイドが内在するはんだ接合部は、 $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の熱サイクル試験において500サイクルで破断したが、 $30\mu\text{m}$ のボイドが内在するはんだ接合部では、800サイクル以上の疲労寿命であった。すなわち、電極径もしくは接合

高さの半分以上のボイドは、はんだ接合部の疲労寿命を大幅に低下させる危惧がある。

【0025】(4) 課題：4 (はんだボールの発生)
転写用パンプを形成するパンプ用原板上にメタルマスクを用いたマスク蒸着法で転写用パンプを形成する場合には、パンプ用原板上に重ねたマスクとの隙間にはんだなどのパンプ材料が回り込み、マスクの開孔以外の部分にはみ出した膜が形成されることが間々起こる。

【0026】図16(A)に示したように、転写用パンプ11の領域以外に裾野が広がるように回り込み膜32が形成される。この回り込み膜32は、図16(B)に示したように加熱すると溶融して小さな球状のはんだ、いわゆるはんだボール33となることが間々起こる。そのため、パンプ転写の際に、基板と重ね合わせて加熱すると溶融してパンプ3の隙間にはんだボールと呼ばれるはんだ塊31が点在することになる。

【0027】このようなはんだボールの生成を防ぐには、回り込み膜そのものを除去する方法が提案されており、例えば、特開昭63-261857では、パンプ用原板上の転写用パンプが形成される領域以外を感光性ポリイミド膜で覆い、パンプ材料をマスク蒸着したあとポリイミド膜を回り込み膜とともに溶解除去する方法が提案されている。

【0028】ところが、この方法では、例えば、半導体チップの表面の絶縁膜にポリイミドが用いられている場合には適用できない。また、ポリイミドに代わってホトレジスト膜を用いる方法もあるが、蒸着時や転写時の耐熱性に難点がある。

【0029】はんだボールは、パンプ間に点在して短絡する原因ともなるので、転写したあとに形成されたはんだボールを除去するとともに、転写用パンプを形成する際にマスクの開孔から回り込んだ回り込み膜を転写工程の前に除去する解決策も必要である。

【0030】(5) 課題：5 (マスク蒸着法によるパンプの剥離)

ところで、メタルマスクを用いたマスク蒸着法によってパンプを形成する際に、メタルマスクの開孔の側壁にパンプ材料が付着し、マスクを剥離するとき、パンプや転写用パンプも一緒に剥離してしまう不具合が間々起こる。

【0031】この不具合を減少させるために、例えば、特開昭63-261857では、感光性ポリイミド層をパンプ形成領域以外の部位に設け、パンプ材料を蒸着したあとポリイミド層を溶剤で溶解させる方法が提案されている。しかし、この方法ではポリイミドを絶縁層として採用している半導体チップなどには適用できない。

【0032】また、特開平5-235003では、メタルマスクの開孔の内壁をはんだに対して離型性のよい材質の被膜で覆う方法が提案されている。しかし、この場合には、開孔の側壁から隔離したパンプ材料がパンプの周囲に残

存し、隣接するパンプ間の短絡やはんだボールの原因となる。

【0033】さらに、メタルマスクの表裏で開孔径を異ならせるつまり開孔を逆テーパにして開孔の側壁を蒸着源から蔭になるようにし、はんだ材料が開孔の側壁に付着しないようにする方法がある。図17(A)には、メタルマスク5の開孔51の側壁52が逆テーパの理想的な形態を示した。

【0034】ところで、メタルマスクの開孔は化学的なエッチングによって製造され、しかも、メタルマスクの厚みが数十 μ mあり、開孔51の直径に対して深さが大きいので、オーバエッチングなしで精度よく穿孔することは難しい。因みにオーバエッチングすれば、図17(B)に示したように、開孔51の側壁52は湾曲した形状となる。そして、開孔51の奥の側壁52の裾野にパンプ3や転写用パンプ11の裾野が重なると、図17(C)に示したように、メタルマスク5を剥離する際に、形成されたパンプ3も転写用パンプ11も剥離してしまう不具合が生じる。

【0035】また、めっきによりはんだパンプを形成する方法においては、ドライフィルムに比べて薄い液状レジストをマスクに用いてめっきする場合に、図18(A)に示すように、金属電極92上に、絶縁膜上にも広がったきのこ型のパンプ95aが形成され、めっき中にパンプ95aのめっきされる表面積が増加し続ける。従って、一定の電流密度でめっきすることは難しい。また、パンプ95a間のピッチが狭くなると、ショートし易くなる。また、最終的なパンプ95aの高さのばらつきも大きくなる。

【0036】しかし、電極径よりも大きい径でめっきされるために、体積が大きなパンプを形成することができる。体積が大きなパンプ95は、溶融すると高いパンプ95となる。一般的に、接合高さの高いフリップチップ接合部は疲労寿命が長いことが知られているため、この点で有利である。

【0037】一方、液状レジストに比べて厚いドライフィルムを用いてめっきする場合、図18(B)に示すように、ストレート形状のパンプ95bが形成される。従って、めっき中に、パンプ95b表面にめっきされる表面積が変化せず、電流密度の制御が容易である。また、最終的なパンプ95bの高さのばらつきは比較的小さい。

【0038】しかし、形成できるパンプ95bの体積は液状レジスト94を用いて形成したパンプ95aと比較して制限される。ただし、原理的にはドライフィルム96を用いてきのこ型にパンプ95を形成し、体積の大きなパンプ95を形成することも可能であるが、その後のドライフィルム96の剥離が困難となる。

【0039】また、ただ単に大きな径ではんだをめっきしても、図18(C)に示すように、ドライフィルム96の開口部97の全面がめっきで埋まらないことがあり、開口

10

20

30

40

50

部97の側壁の一部に空隙98が出来たりして、図19の500倍に拡大した顕微鏡写真でパンプ用めっきのめっき後の形状を示すように、めっきが均一に進まず、めっきされたパンプ95の表面が不均一な凹凸面99となることがある。

【0040】以上の問題点を鑑み、本発明は、位置合わせの煩雑さがない転写パンプを有する半導体装置、パンプの高さが一樣になる転写工程を含む半導体装置の製造方法、パンプの中に発生するボイドを低減する転写工程を含む半導体装置の製造方法、はんだボールの発生を抑える転写工程を含む半導体装置の製造方法およびマスク蒸着法で剥離のないパンプを得るメタルマスクを用いた転写工程を含む半導体装置の製造方法と、それらの製造方法によって形成された半導体装置を提供すること、更に、液状レジストの欠点ならびにドライフィルムの欠点を解決するパンプのめっき方法を提供することにある。

【0041】

【課題を解決するための手段】

(1) 上で述べた課題：1のパンプ転写の際の位置合わせについては、請求項1で述べたように、パンプ用原板上に設けられた複数の転写用パンプが基板上に設けられた複数の電極用メタライズ層に転写されてなるパンプを有する半導体装置において、前記転写用パンプが、直径が隣接する前記電極用メタライズ層同士の隙間よりも小さく、かつ、ピッチが前記電極用メタライズ層のピッチよりも小さく形成されている半導体装置によって解決される。

【0042】一方、こうした構成の半導体装置においては、電極用メタライズ層に対面しないために転写されずパンプになり損なった転写用パンプは、電極用メタライズ層間に有害なはんだ塊として留まることが起こる。

【0043】このはんだ塊は、請求項6で述べたように、前記パンプ用原板上の転写用パンプを前記基板上の電極用メタライズ層に移設する転写工程と、次いで、前記基板上に形成されたパンプの間に生じて点在するはんだ塊を転写工程で塗布したフラックスとともに洗浄する除去工程とを含む半導体装置の製造方法によって解決される。

【0044】つまり、例えば、半導体素子などの回路部品が搭載されている基板上に設けられ、パンプ径が100μmφ、ピッチが200μm、しかも個数が数十～数千個の電極用メタライズ層に、パンプ用原板上に設けた転写用パンプを全て位置合わせした状態にして転写することは、パンプ用原板が透明であっても容易ではない。

【0045】そこで、本発明では、例えば、パンプ用原板に形成する転写用パンプのパンプ径を50μmφ、ピッチを100μmとし、パンプ径もピッチも小さくしている。そして、個々の転写用パンプと電極用メタライズ層を位置合わせしなくてもよいようにしている。

【0046】そうすると、位置合わせの状態によって

は、例えば、電極用メタライズ層に対して衝合する転写用パンプの数が1個だったり4個だったりといった場合が生ずる。しかし、転写用パンプのピッチは一定なので衝合する数がばらばらになることはなく不具合はない。また、電極用メタライズ層に対面しないために転写されずに残った転写用パンプが、はんだ塊として電極用メタライズ層間に点在した場合には、フラックスとともに洗浄して除去するようにしている。さらに、基板の電極用メタライズ層以外の部分がパンプ材料に濡れない絶縁層などで覆われているので、隣接するパンプ間が短絡することもない。

【0047】(2) 次いで、課題：2のパンプの高さのばらつきについては、請求項7で述べたように、パンプ用原板に重畳されたメタルマスクの複数の開孔を通して蒸着によって形成された転写用パンプを基板に移設する転写工程を含む半導体装置の製造方法において、前記メタルマスクを検査し、所定の面積の20%以下の開孔面積を含むメタルマスクを不具合として不使用にするとともに、前記転写工程を複数回繰り返す半導体装置の製造方法によって解決される。

【0048】つまり、例えば、メタルマスクの開孔10,000個に1個の割合で-20%の開孔が混在しているとし、所定の1/2量の転写用パンプを2回転写してパンプを形成するとする。1回目の転写で-20%の開孔で蒸着された転写用パンプを転写して形成されたパンプの体積は、 $0.5 \times (1-0.2)^2 = 0.32$ となる。2回目の転写をされたパンプはさらに0.32の体積が加えられ、0.64の体積=0.64の3乗根で0.86の高さとなり、高さ不良となる。

【0049】しかし、メタルマスクの-20%の開孔で蒸着されて形成された転写用パンプが2回とも同じ基板上に転写される確率は $(1/10,000)^2$ となり、皆無に近い。つまり、1回目に-20%の開孔で形成された転写用パンプが転写されても2回目で所定の開孔で形成された転写用パンプが転写されて $0.32 + 0.50 = 0.82$ の体積となれば、高さは0.82の3乗根から0.94となり、不具合とはならない。

【0050】こうして、端子数が3,000個の半導体装置を例にとると、高さ不良を起こす確率は、約30,000装置に1個の割合となり、従来に比べて著しく低減する。さらに、所定の1/3量の転写用パンプを3回転写したり、所定の1/4量の転写用パンプを4回転写したりすれば、転写工程は増大するが、パンプの高さ不良の発生確率はさらに低減させることができる。

【0051】高さが所定の値よりも高いパンプ場合には、フリップチップ接合を行う際に、先ず高いパンプが対面する電極は衝合して潰される。ところが、図9で示した測定例から分かるように、所定の高さを越えるパンプの数はそれ程多くない。従って、高さが所定の値よりも高いパンプについては、考慮する必要がない。

【0052】メタルマスクの開孔径の検査は、目視によ

る外観検査などによって多大な工数を要したが、本発明になる複数回の転写工程を行えば、 $\sim 20\%$ 以下の開孔径の有無を調べればよく、メタルマスクの検査工程を大幅に低減することができる。

【0053】(3) 次いで、課題：3のバンプ中のボイドの発生については、請求項8で述べたように、基板上に設けられた絶縁層に穿設された複数の電極用メタライズ層にバンプ用原板上に設けられた転写用バンプを移設する転写工程を含む半導体装置の製造方法において、前記電極用メタライズ層と前記絶縁層とに跨るように金属層を設ける工程と、該金属層は前記転写用バンプに濡れて拡散するものであり、前記転写工程に際しては、前記転写用バンプを前記金属層に位置合わせする工程とを含む半導体装置の製造方法によって解決される。

【0054】つまり、バンプの中にボイドが発生する原因の一つは、回りよりも凹んでいる電極用メタライズ層に転写用バンプが蓋をするように衝合した結果、空気が閉じ込められてボイドとなる。

【0055】そこで、本発明では、バンプを構成するはんだによく濡れ、しかもそのはんだの中に拡散する金属材料を用いた金属層を、バンプを形成する基板の電極用メタライズ層に跨るように設ける。そして、転写用バンプをこの金属層に位置合わせして転写するようにしている。

【0056】そうすると、電極用メタライズ層と金属層の上で溶解した転写用バンプは、金属層が転写用バンプの中に拡散していくと、金属層が消滅して転写用バンプは電極用メタライズ層に流下し、転写して形成されたバンプの中にボイドが生じることを防ぐことができる。

【0057】なお、電極用メタライズ層のはんだ濡れが悪いために、オープンボアの形でボイドになる危険がある場合には、(2)で述べた本発明になる複数回の転写工程を併用すれば防ぐことができる。

【0058】(4) 次いで、課題：4のはんだボールの発生については、請求項9、10または11で述べたように、バンプ用原板上に蒸着工程によって形成された転写用バンプを、基板上に設けられた電極用メタライズ層に移設して該基板上にバンプを形成する転写工程を含む半導体装置の製造方法において、前記転写用バンプ形成領域の回りに該転写用バンプに不濡の周覆層を設ける工程と、前記蒸着工程が終わったあと、加熱して前記転写用バンプを融解してから前記周覆層を除去する工程とを含む半導体装置の製造方法か、あるいは基板上に設けられた電極用メタライズ層にバンプ用原板上に設けられた転写用バンプを移設して該基板上にバンプを形成する転写工程を含む半導体装置の製造方法において、前記電極用メタライズ層の回りに、該転写用バンプに不濡の周覆層を設ける工程と、前記転写工程が終わったあと、前記周覆層を除去する工程とを含む半導体装置の製造方法によって解決される。

【0059】ここで、周覆層には、前記バンプと差別的にエッチング除去可能な金属層、または溶剤によって溶解除去可能な樹脂層を用いるようにしている。転写用バンプがバンプ用原板にマスク蒸着法によって形成されたとき、バンプ用原板にメタルマスクの開孔から回り込んだはんだ材料は、転写用バンプを電極用メタライズ層に転写する際、電極用メタライズ層以外の周囲にはんだボールとして残存する。

【0060】そこで、本発明では、まず、バンプ用原板上に転写用バンプが形成される領域の回りに予め転写用バンプ材料に濡れない周覆層を設けてから蒸着し、回り込み膜をこの周覆層上で受けるようにしている。蒸着が終わった後、バンプ用原板を加熱して転写用バンプを融解すると、回り込み膜は細かいはんだボールとなって周覆層の上に発生する。そこで、この周覆層を金属製の周覆層の場合にはバンプ材料と差別的にエッチング可能なエッチング液によるエッチングによって、樹脂製の周覆層の場合には溶剤を用いて、周覆層と回り込み膜から生じたはんだボールを一緒に除去するようにしている。

【0061】あるいは、基板上の電極用メタライズ層の回りにはんだ材料に濡れない材料からなる周覆層を設けるようにしている。例えば、電極用メタライズ層の回りが樹脂製の絶縁膜で覆われている場合には金属製の周覆層を用い、絶縁膜が設けられていない場合には樹脂製の周覆層も用いるようにしている。そして、転写用バンプを電極用メタライズ層に移設する転写工程の際に、発生するはんだボールを周覆層上で受け、転写工程のあと、周覆層をエッチングまたは溶解して、周覆層をはんだボールと一緒に除去するようにしている。

【0062】こうすると、メタルマスクを用いて転写用バンプを形成する際に転写用バンプの回りに形成される回り込み膜に起因する不具合、つまり、転写工程のあとに生じたはんだボールを除去することができる。その結果、はんだボールに起因して起こる隣接するバンプ間の短絡などの不具合を低減することができる。

【0063】(5) 課題：5のマスク蒸着法によるバンプの剥離については、請求項12または14で述べたように、基板上に重畳されたメタルマスクの開孔を通して該基板上に設けられた電極用メタライズ層にバンプが蒸着される工程を含む半導体装置の製造方法において、該メタルマスクが、寸法の異なる開孔を有する複数の該メタルマスクの重畳体からなり、開孔が前記基板に向かって拡開するように重畳されている半導体装置の製造方法、または、バンプ用原板に重畳されたメタルマスクの開孔を通して蒸着された転写用バンプが基板上の電極用メタライズ層に移設される工程を含む半導体装置の製造方法において、該メタルマスクが、寸法の異なる開孔を有する複数の該メタルマスクの重畳体からなり、開孔が前記バンプ用原板に向かって拡開するように重畳されている半導体装置の製造方法によって解決される。

【0064】メタルマスクの開孔を逆テーパ状に穿設すれば、蒸着して転写用パンプを形成した後パンプ用原板からマスクを剥離する際に、転写用パンプと一緒に剥離してしまうことを防ぐことは分かっているが、開孔の側壁にテーパを付けることは容易でない。

【0065】そこで、本発明では、寸法の異なる開孔を有する複数のメタルマスクを重ね合わせ、開孔の側壁を階段状に拡開するようにしている。そして、開孔のパンプ用原板に当接する側が大きくなるようにしている。

【0066】そうすると、メタルマスクの開孔の側壁が拡大する方向に逃げているので、マスク蒸着して仮にパンプ材料が回り込んでも開孔の側壁に付着することを防ぐことができる。その結果、マスクをパンプを形成しようとする基板やパンプ用原板から剥離する際に、形成されたパンプや転写用パンプまでと一緒に剥離してしまうことが防げる。なお、こうしてマスクの開孔に沿って回り込んだ回り込み膜は、はんだボール発生の原因となるが、(4)で述べた本発明になる解決策によって、はんだボールを除去することができる。

【0067】次に、レジストをマスクとしためっきによるパンプの形成方法における課題を解決する手段を説明する。図8は本発明のパンプ用はんだの形成方法の模式的な工程図である。

【0068】図において、61は半導体基板、62は金属電極、63は絶縁膜、64は金属膜または金属粒子、65はドライフィルムまたは液状レジスト、66は開口部、67ははんだ、68ははんだパンプである。

【0069】この課題を解決する手段としては、図8に示すように、半導体基板61上に形成された金属電極62の電極径よりも大きな径でドライフィルムまたは液状レジスト65をパターンニングしてめっきする。ストレート形状のはんだ67から形成するはんだパンプ68では、従来の液状レジストの問題は生じない。しかも、めっきする径が大きいために、短時間で所望の体積のはんだ67をめっきすることができる。また、大きな径でめっきした後はんだ67を加熱して熔融すると、絶縁膜63とはんだ67は濡れないため、はんだ67は絶縁膜63からはじかれて、金属電極62上で一体化し、高さの高いはんだパンプ68を形成することが可能となる。

【0070】しかし、ただ単に大きな径ではんだをめっきしても、前述の図18(C)で説明したように、ドライフィルムまたは液状レジスト94の開口部97の全面がはんだで埋まらないことがあり、はんだパンプ95の高さや形状が不均一なものとなる。

【0071】そのため、普通のスパッタ装置を用いて、半導体基板61上の絶縁膜63の表面をあらかじめ逆スパッタすると、金属電極62の表面も当然逆スパッタされて絶縁膜63上に金属膜や金属粒子64が堆積され、これが導電膜或いは核となってめっきが進行し、はんだ67が横方向に成長することが明らかとなった。

【0072】本発明は、この特徴を利用し、図8(A)に示す絶縁膜63、同時に金属電極62の表面を逆スパッタすると、図8(B)に示すように、絶縁膜63上に金属膜または金属粒子が薄く堆積する。続いて、図8(C)に示すように、ドライフィルム又は液状レジスト65を塗布し、金属電極62より大きい範囲の開口部66をパターンニングすると、図8(D)に示すように、はんだめっきの際にはんだ67はまずドライフィルム65の開口部66の絶縁膜63表面に一面に拡がる。そして、ドライフィルム65の開口部66全体がはんだ67でめっきされていく。こうすることで、ドライフィルム65の開口部66全体をはんだ67で均一に埋めることができ、ドライフィルム65除去後、その後熱処理して図8(E)に示すような体積の大きなはんだパンプ68を形成することができる。

【0073】このように、本発明のレジストをマスクとしためっきによるパンプ形成の目的は、図8(A)に示すように、金属電極62が形成された半導体基板61上にはんだの融点に耐え得る絶縁膜63を該金属電極62上を除いて被覆する工程と、次に、図8(B)に示すように、該金属電極62を含む基板の表面を逆スパッタして、該絶縁膜63上に金属膜または金属粒子64を堆積する工程と、次に、図8(C)に示すように、該絶縁膜63上にドライフィルムまたは液状レジスト65を被覆し、露光現像を行って、該金属電極62を含み少なくとも該金属電極62より大きい径の開口部66を形成する工程と、次に、図8(D)に示すように、該開口部66内にはんだ67を被覆(めっき)する工程と、次に、図8(E)に示すように、該はんだ67を加熱熔融して球状のはんだパンプ68を形成する工程とを含むことにより達成される。

【0074】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施例の説明図、図2は本発明の第2の実施例の説明図、図3は本発明の第3の実施例の説明図、図4は本発明の第4の実施例の説明図、図5は本発明の第5の実施例の説明図、図6は本発明の第6の実施例の説明図、図7は本発明の第7の実施例の説明図、図9～図10は本発明の第8の実施例の工程順模式説明図、図11は本発明のパンプ用はんだの形成後の顕微鏡写真、図12は本発明のパンプ用はんだの熔融後のはんだパンプ完成後の顕微鏡写真である。

【0075】図において、1はパンプ用原板、11は転写用パンプ、2は基板、21は電極用メタライズ層、22は絶縁膜、3はパンプ、31ははんだ塊、32は回り込み膜、4はフラックス、5はメタルマスク、5aは第1マスク、5bは第2マスク、51は重畳体、6は金属層、7は周覆層、71はSiウェーハ、72はTi膜、73はNi膜、74は金属電極、75はポリイミド膜、76はスルーホール、77は金属膜または金属粒子、78はドライフィルム、79は開口部、80ははんだ、81ははんだパンプである。

【0076】第1の実施例：1(請求項1～6関連)

図1(A)において、基板2には10mm□のSiチップ

からなり、Au/Niの厚さがそれぞれ0.1/0.5 μ mで200 μ m ϕ の電極用メタライズ層21を500 μ mピッチでマトリックス状に設け、その上にPb-63wt%Snはんだを被着する。パンプ用原板1はガラス基板からなり、そのパンプ用原板1上にPb-63wt%Snはんだを図示していないメタルマスクを用いて蒸着し、直径50 μ m ϕ で高さが50 μ mの転写用パンプ11を形成する。

【0077】図1(B)において、転写用パンプ11にフラックス4を塗布して基板2に位置合わせせず無造作に重ね合わせ、220°Cに加熱した。図1(C)に電極用メタライズ層21に衝合した転写用パンプ11は転写されて基板2上にパンプ3が形成された。また、電極用メタライズ層21に衝合しなかった転写用パンプ11は、パンプ3の間隙にはんだ塊31として残る。このはんだ塊31は、パンプ用原板1を基板2から離し、フラックス4を洗浄すると、図1(D)に示したように、はんだ塊31がフラックス4とともに清浄され除去され、基板2の上に良好なパンプ3が形成できた。

【0078】第1の実施例：2(請求項1~6関連)

図1(A)において、基板2にはハイブリッドICに用いるアルミナセラミック回路基板を用い、Au/Niの厚さがそれぞれ0.1/0.5 μ mで400 μ m ϕ の電極用メタライズ層21を800 μ mピッチでマトリックス状に設け、その上にIn-48wt%Snはんだを被着する。ガラス基板のパンプ用原板1上には、In-48wt%Snはんだペーストを、スクリーン印刷によって、直径100 μ m ϕ の転写用パンプ11を200 μ mピッチで形成する。

【0079】図1(B)において、転写用パンプ11にフラックス4を塗布して基板2に位置合わせすることなく重ね合わせし、150°Cに加熱した。図1(C)において、電極用メタライズ層21に衝合した転写用パンプ11は転写されて基板2上にパンプ3が形成された。パンプ用原板1を基板2から離し、フラックス4を洗浄すると、図1(D)に示したようにパンプ3が形成された。

【0080】第1の実施例：3(請求項1~6関連)

図1(A)において、基板2にはハイブリッドICに用いるアルミナセラミック回路基板を用い、Au/Niの厚さがそれぞれ0.1/0.5 μ mで200 μ m ϕ の電極用メタライズ層21を500 μ mピッチでマトリックス状に設け、その上にInはんだを被着する。ポリイミドフィルムからなるパンプ用原板1上には、メタルマスク5を介してInはんだを蒸着し、直径50 μ m ϕ 、高さ50 μ mの転写用パンプ11を100 μ mピッチで形成する。

【0081】図1(B)において、転写用パンプ11にフラックス4を塗布して基板2に位置合わせすることなく衝合し、150°C、5Kgfで熱圧着した。そのあと、図1(C)において、220°Cに加熱したところ、電極用メタライズ層21に衝合した転写用パンプ11が基板2上に転写された。パンプ用原板1を基板2から離し、フラックス4を洗浄すると、図1(D)に示したようにパンプ

3が形成された。

【0082】こゝでは、パンプ材料にPb-63wt%SnはんだやIn-48wt%Snはんだペーストなどを用いたが、その外に、例えば、BiやGa、Ge、Sbを含むはんだなども用いることができる。また、転写用パンプを形成するパンプ用原板や電極用メタライズ層にも種々の変形が可能である。

【0083】第2の実施例：1(請求項7、15、16、17または18関連)

図2(A)において、開孔の直径が表面130 μ m ϕ 、裏面170 μ m ϕ で側壁の角度が約100°の図示していないメタルマスクを用いて、Siのパンプ用原板1の上にPb-5wt%Snはんだを蒸着し、高さ30 μ mの転写用パンプ11を形成したが、こゝでは、模式的に右端の転写用パンプ11が他のパンプ3よりも高さが低くなっている。

【0084】図2(B)において、この転写用パンプ11にフラックス4を塗布して、Si素子が形成された基板2の上のNiの電極用メタライズ層21に位置合わせし、360°Cに加熱して転写したあと、図2(C)に示したように、パンプ用原板1を基板2から開離し、フラックス4を洗浄すると、基板2の上にパンプ3が形成された。

【0085】さらに、図2(D)で、図2(A)と同様にパンプ用原板1に転写用パンプ11を形成し、図2

(E)に示したように、転写用パンプ11にフラックス4を塗布して基板2の一回目の転写で形成されたパンプ3に位置合わせし、350°Cに加熱して転写したあとフラックス4を洗浄した。図2(F)に示したように、基板2の上には2回転写したパンプ3が形成された。

【0086】こうして形成されたSi素子からなる基板2の上の全てのパンプ3を高さを測定したところ、平均のパンプ高さは84.3 μ m、最小の高さは79.2 μ m、最大のパンプ高さは87.9 μ mであった。このSi素子とAlN基板とをフラックスなしでフリップチップ接合し、CPUモジュールを作製した。接合部の電氣的な信頼性を調べたところ不具合が皆無であった。

【0087】第2の実施例：2(請求項7、15、16、17または18関連)

第2の実施例：1と同様の2回転写方式で、いろいろなはんだを試料として用い、パンプ形成を行った。表1にそれぞれの試料の加熱条件を示す。

【0088】

【表1】

いろいろなはんだバンプの加熱条件

バンプ材料	転写時	酸化膜除去時	接合時
Pb-63wt%Sn	220° C	210° C	260° C
In	200° C	180° C	260° C
In-34wt%Bi	200° C	150° C	260° C

【0089】 こうしてそれぞれの試料から形成されたバンプの高さの測定結果を表2に示す。

【0090】

【表2】

それぞれのバンプの高さの測定値

バンプ材料	平均値	最小値	最大値
Pb-63wt%Sn	83.8 μ m	79.1 μ m	87.5 μ m
In	84.1 μ m	79.6 μ m	88.5 μ m
In-34wt%Bi	84.0 μ m	78.0 μ m	87.4 μ m

【0091】 この表2から分かるように、2回転写によってバンプの高さのばらつき、特に最小値が異常に小さくなる不具合が防止できる。その結果、それぞれのバンプを転写したSi素子をAlN基板をフリップチップ接合して、実施例：1と同様に信頼性を調べたところ接合の不具合が皆無であった。

【0092】 第2の実施例：3（請求項7、15、16、17または18関連）

開孔の直径が表面 150 μ m ϕ 、裏面 180 μ m ϕ で側壁の角度が約 100°、開孔の平均直径 150 μ m ϕ 、最小直径 >125 μ m ϕ の図示していないメタルマスクを用いて、高さ平均が85 μ m、最小高さが75 μ mのバンプを形成するために、次のような計算を行った。

【0093】

$$75/85=0.88$$

$$(0.88)^3=0.69$$

$$0.69^{1/2}=0.82$$

このメタルマスクを用いて、ガラスのバンプ用原板上に Pb-5wt%Sn はんだを蒸着したあとメタルマスクを剥がして 転写用バンプを形成した。転写用バンプにフラックスを塗布したあと、Si素子上のNiの電極用メタライズ層と位置合わせし、360°Cに加熱して Pb-5wt%Sn はんだの転写用バンプをバンプ用原板から Si素子の電極用メタライズ層上に転写した。この転写工程を2回繰り返したあと、バンプ表面の酸化膜を除去するためにフラックスを塗布し、350°Cに加熱し冷却したあとフラックスを除去した。

【0094】 Si素子上の全バンプの高さを測定したところ、平均のバンプ高さは84.9 μ m、最小のバンプ高さは78.3 μ m、最大のバンプ高さは90.1 μ mであった。Si素子をAlN基板にフラックスなしでフリップチップ

接合し、CPUモジュールを作製した。接合部の電気的な信頼性を調べたところ不具合が皆無であった。

【0095】 第2の実施例では、2回の転写工程によってバンプの高さのばらつき補正を例示したが、転写回数は2回に限定されるものではなく、メタルマスクや転写用バンプ、転写形成されるバンプなどの寸法条件、はんだの種類などによって種々の変形が可能である。

【0096】 第3の実施例：1（請求項8、15、17または18関連）

図3（A）において、基板2には半導体素子が設けられたSi基板からなり、Niの電極用メタライズ層21が形成されており、その電極用メタライズ層21の回りはポリイミドの絶縁膜22で覆われている。そして、電極用メタライズ層21と絶縁膜22に跨がって 0.5 μ mの膜厚のAuの金属層6が設けられている。

【0097】 転写用バンプ11は、図示していないSiのバンプ用原板の上にメタルマスクを用いて Pb-5wt%Sn はんだを蒸着して形成したものである。転写用バンプ11にフラックス4を塗布したあと、図3（B）に示したように、金属層6の絶縁膜22側を狙って位置合わせし、

360°Cに加熱して Pb-5wt%Sn はんだ製の転写用バンプ11を基板2の金属層6に転写した。転写用バンプ11の Pb-5wt%Sn はんだの中には金属層6のAuが拡散して消滅するとともに、Pb-5wt%Sn はんだが電極用メタライズ層21のNiにも濡れて矢印に示したように移動し、図3（C）に示したように基板2の上に Pb-5wt%Sn はんだ製のバンプ3が形成された。

【0098】 こうして基板2の上に形成されたバンプ3は、図示していないフラックスを洗浄したあと、透過X線で観察したところ、バンプ3の中にボイドは認められなかった。バンプ3を表面の酸化膜を除去するために再度フラックスを塗布して 350°Cに加熱し、冷却してフラックス洗浄した。このバンプ3が形成された基板2をAlN基板とフラックスなしでフリップチップ接合し、CPUモジュールとし、信頼性試験を行ったが不具合は皆無であった。

【0099】 第3の実施例：2（請求項8、15、17または18関連）

第3の実施例：1と同様の転写方式で、いろいろなはんだを試料として使い、バンプ形成を行った。それぞれの試料の加熱条件は、第2の実施例：2の表1に示した条件と同一である。

【0100】 それぞれの条件で形成されたバンプは、透過X線で観察したところ、バンプの中にボイドは認められなかった。また、それぞれのバンプが形成された基板をAlN基板とフラックスなしでフリップチップ接合し、CPUモジュールとし、腐食試験を行ったが不具合は皆無であった。

【0101】 こゝでは、バンプ材料に Pb-5wt%Sn はんだや In はんだを用いたが、その外に、例えば、B

iやGa、Ge、Sbを含むはんだなども用いることができる。また、転写用パンプを形成するパンプ用原板には、Siの外にガラスやセラミック、あるいはポリイミドのような耐熱性の高い樹脂膜なども用いることができる。さらに、パンプを形成する電極用メタライズ層には、パンプ材料の種類によって、Niの外にAuやTi、Cu、Crなどの多層薄膜も用いることができる。

【0102】第4の実施例（請求項9、11、15、17または18関連）

図4（A）において、基板2は半導体素子が設けられたSi基板からなり、電極用メタライズ層21はAu電極からなる。その電極用メタライズ層21の回りに、膜厚0.1μmのAlの周覆層7を蒸着によって設けた。開孔の直径が表面130μmφ、裏面170μmφで側壁の角度が約100°の図示していないメタルマスクを用いて、Siのパンプ用原板1の上にPb-5wt%Snはんだを蒸着し、高さ30μmの転写用パンプ11を形成した。ところが、この転写用パンプ11の掘野には、一般には避けがたいパンプ用原板1と図示していないメタルマスク5の隙間に入り込んだ回り込み膜32が這い出していた。

【0103】図4（B）において、この転写用パンプ11にフラックス4を塗布して、基板2の上のAuの電極用メタライズ層21に位置合わせし、360°Cに加熱して転写したあとパンプ用原板1を開離しフラックス4を洗浄すると、図4（C）に示したように、基板2の上にパンプ3が形成された。それとともに、パンプ3の回りには回り込み膜32が球状のはんだ塊31がいわゆるはんだボールとして生成され点在していた。

【0104】そこで、基板2を蒸留水：90ml、塩酸：15ml、ふっ酸：10mlからなるエッチング溶液に浸漬し、Alの周覆層7を溶解し除去したところ、図4（D）に示したように、はんだ塊31も同時に除去でき、基板2の上に良好なパンプ3を転写形成することができた。

【0105】ここでは、パンプ材料にPb-5wt%Snはんだを用いたが、その外に、例えば、InやGa、Ge、Sbを含むはんだなども用いることができる。また、転写用パンプを形成するパンプ用原板には、Siの外にガラスやセラミック、あるいはポリイミドのような耐熱性の高い樹脂膜なども用いることができる。さらに、パンプを形成する電極用メタライズ層には、パンプ材料の種類によって、Ni/TiとかCu/Crなどの多層薄膜も用いることができる。さらに、メタルマスクの開孔の大きさには、種々の変形が可能である。

【0106】パンプ形成材料に濡れない周覆層には、半導体素子が設けられた基板2の上に、例えば、ポリイミドなどの樹脂膜が絶縁膜として被着されている場合には、Alのような金属膜が有効である。しかし、ポリイミドなどの樹脂膜が被着されていない場合に、例えば、ポリイミドのような耐熱性があり、溶剤に溶解可能な樹脂膜を用いることもできる。また、はんだ塊が微細な場

合には、硝酸と酢酸の混酸に浸漬して、転写形成されたパンプを温存させ、はんだ塊のみを溶解させて除去することもでき、種々の変形が可能である。

【0107】第5の実施例（請求項10、11、15、17または18）

図5（A）において、ガラスのパンプ用原板1の転写用パンプ11の領域以外に膜厚0.1μmのAlの周覆層7を蒸着によって設けた。そして、開孔の直径が表面130μmφ、裏面170μmφで側壁の角度が約100°のメタルマスク5を用いて、ガラスのパンプ用原板1の上にPb-5wt%Snはんだを蒸着し、高さ30μmの転写用パンプ11を形成した。

【0108】この転写用パンプ11は、図5（B）に示したように、転写用パンプ11の掘野には、一般には避けがたいパンプ用原板1とメタルマスク5との隙間に入り込む回り込み膜32が這い出していた。

【0109】次いで、転写用パンプ11が形成されたパンプ用原板1を、N₂-H₂（4:1）雰囲気中で320°Cが加熱すると、図5（C）に示したように、回り込み膜32の一部がはんだ塊31として、周覆層7の上に生成する。

【0110】そこで、パンプ用原板1を蒸留水：90ml、塩酸：15ml、ふっ酸：10mlからなるエッチング溶液に浸漬し、Alの周覆層7を溶解し除去したところ、図5（D）に示したように、はんだ塊31も同時に除去でき、パンプ用原板1の上に回り込み膜32のない転写用パンプ11を形成することができた。

【0111】パンプ形成材料に濡れない周覆層には、Alのような金属膜の外に、例えば、ポリイミドのような耐熱性があり、溶剤に溶解可能な樹脂膜を用いることもできる。また、はんだ塊が微細な場合には、硝酸と酢酸の混酸に浸漬して転写用パンプを温存させ、はんだ塊のみを溶解して除去することもできる。さらに、パンプ材料にPb-5wt%Snはんだを用いたが、その外に、例えば、InやGa、Ge、Sbを含むはんだなども用いることができる。また、転写用パンプを形成するパンプ用原板には、ガラスの外にSiやセラミック、あるいはポリイミドのような耐熱性の高い樹脂膜なども用いることができる。さらに、メタルマスクの開孔の大きさには、種々の変形が可能である。

【0112】第6の実施例：1（請求項12、13、16または18関連）

図6において、メタルマスク5には、開孔の直径が140μm、厚さ50μmの42-アロイ製の第1マスク5aと、開孔の直径が170μm、厚さ50μmの42-アロイ製の第2マスク5bを、それぞれの開孔の中心を合致させて重ね合わせた重畳体51を用いた。基板2には、100μmφのAu/Ni/Tiの電極用メタライズ層21を設けた回路基板を用いた。図示していない蒸着装置の中で、第2マスク5b、第1マスク5aの順に位置合わせした重畳体51を、開孔が基板2の電極用メタライズ層21に位置合わせされる

ように磁石を用いた蒸着用治具で固定した。

【0113】Pb-5wt%Snはんだを厚さ30 μ m蒸着し、重置体51を基板2から剥離し、パンプ3を形成した。その際、はんだ材料が重置体51の特に第2マスク5bの側壁への付着が見られず、パンプ3の欠落が起こらなかった。そのあと、パンプ3の表面の酸化膜を除去したり、パンプ3の整形を行うために、パンプ3にフラックスを塗布してPb-5wt%Snはんだの融点である314 $^{\circ}$ Cより高い温度に加熱して溶融させ、冷却したあとフラックスを洗浄して除去し、基板2の上に良好なパンプ3を形成することができた。

【0114】こうして、Pb-5wt%Snはんだのパンプ3が形成された基板2は、例えば、100 μ m ϕ のAu/Ni/Tiのメタライズ電極を設けたSiチップ上にフラックスを塗布し、パンプ3を形成した基板2の上に位置合わせする。そして、N₂ガス雰囲気のリフロー炉内で350 $^{\circ}$ Cに加熱すれば、フリップチップ接合体を構成することができる。

【0115】第6の実施例：2（請求項12、13、16または18関連）

図6において、開孔の直径が140 μ m、厚さ50 μ mの42-アロイ製の第1マスク5aと、開孔の直径が170 μ m、厚さ50 μ mの42-アロイ製の第2マスク5bを開孔の中心を合致させて重ね合わせ、エポキシ系樹脂で貼着した重置体51をメタルマスク5として用いる。基板2には、100 μ m ϕ のAu/Pt/Tiの電極用メタライズ層21を設けたSiチップを用いた。図示していない蒸着装置の中で、第2マスク5bが基板2に当接するように位置合わせした重置体51を図示していない磁石を用いた蒸着用治具で固定した。

【0116】Inはんだを厚さ30 μ m蒸着し、重置体51を基板2から剥離し、パンプ3を形成した。その際、はんだ材料が重置体51の特に第2マスク5bの側壁への付着が見られず、パンプ3の欠落が起こらなかった。そのあと、パンプ3の表面の酸化膜を除去したり、パンプ3の整形を行うために、パンプ3にフラックスを塗布してInはんだの融点より高い215 $^{\circ}$ Cに加熱して溶融させた。冷却したあと、フラックスを洗浄して除去し、基板2の上に良好なInのパンプ3を形成することができた。

【0117】こうして、Inはんだのパンプ3が形成された基板2は、例えば、100 μ m ϕ のAu/Pt/Tiのメタライズ電極上に同様にInのパンプを設けた回路基板とパンプ同士を位置合わせし、フラックスを用いずに、260 $^{\circ}$ Cのフルオロカーボン蒸気中でVPS法によってフリップチップ接合体を構成することができる。

【0118】ここでは、パンプ材料にPb-5wt%SnはんだやInはんだを用いたが、その外に、例えば、BiやGa、Ge、Sbを含むはんだなども用いることが

できる。また、転写用パンプを形成するパンプ用原板には、Siやガラスの外にセラミックやポリイミドのような耐熱性の高い樹脂膜なども用いることができる。さらに、パンプを形成する電極用メタライズ層には、パンプ材料の種類によって、Ni/TiとかCu/Crなどの多層薄膜も用いることができる。さらに、メタルマスクの開孔の大きさには、種々の変形が可能である。

【0119】第7の実施例：1（請求項14、15、16、17または18関連）

10 図7（A）において、メタルマスク5には、開孔の直径が140 μ m、厚さ50 μ mの42-アロイ製の第1マスク5aと、開孔の直径が170 μ m、厚さ50 μ mの42-アロイ製の第2マスク5bを、それぞれの開孔の中心を合致させて重ね合わせた重置体51を用いた。図示していない蒸着装置の中で、第2マスク5b、第1マスク5aの順に位置合わせした重置体51を、Siからなるパンプ用原板1に図示していない磁石を用いた蒸着用治具で固定した。

【0120】Pb-63%Snはんだを厚さ30 μ m蒸着し、重置体51をパンプ用原板1から剥離し、転写用パンプ11を形成した。その際、はんだ材料が重置体51の特に第2マスク5bの側壁への付着が見られず、転写用パンプ11の欠落もなく、良好な転写用パンプ11が得られた。

【0121】図7（B）において、転写用パンプ11を転写する基板2には、半導体素子と150 μ m ϕ のNi/Tiの電極用メタライズ層21とを設けたSi基板を用い、転写用パンプ11にフラックス4を塗布し、図7（C）に示したように、電極用メタライズ層21との位置が合致するようにパンプ用原板1と基板2を重ね合わせ、図示していないN₂ガス雰囲気のリフロー炉内で250 $^{\circ}$ Cで加熱して転写用パンプ11を電極用メタライズ層21の上に転写を行った。そのあと、図7（D）に示したように、パンプ用原板1を基板2から剥離し、基板2の上に形成されたパンプ3の表面の酸化膜を除去したり、パンプ3の整形を行うために、パンプ3にフラックスを塗布してPb-63%Snはんだの融点より高い250 $^{\circ}$ Cに加熱して溶融させた。冷却したあとフラックスを洗浄して除去し、基板2の上に良好なパンプ3を形成することができた。

【0122】こうして、Pb-63%Snはんだのパンプ3が形成された基板2は、例えば、100 μ m ϕ のNi/Tiのメタライズ電極を設けた回路基板上に、パンプ3とメタライズ電極を位置合わせさせ、フラックスを用いてN₂ガス雰囲気のリフロー炉内で250 $^{\circ}$ Cに加熱して接合すれば、フリップチップ接合体を構成することができる。

【0123】第7の実施例：2（請求項14、15、16、17または18関連）

50 図7（A）において、開孔の直径が140 μ m、厚さ50 μ mの42-アロイ製の第1マスク5aと、開孔の直径が170 μ m、厚さ50 μ mの42-アロイ製の第2マスク5bを開孔の中心を合致させて重ね合わせ、エポキシ系樹脂で貼着

した重畳体51をメタルマスク5として用いる。図示していない蒸着装置の中で、第2マスク5bがガラス製のバンプ用原板1に当接するように位置合わせした重畳体51を図示していない磁石を用いた蒸着用治具で固定した。

【0124】Inはんだを厚さ30 μ m蒸着し、重畳体51をバンプ用原板1から剥離し、転写用バンプ11を形成した。その際、はんだ材料が重畳体51の特に第2マスク5bの側壁への付着が見られず、転写用バンプ11の欠落もなく、良好な転写用バンプ11が得られた。

【0125】図7(B)において、転写用バンプ11の転写は、半導体素子と150 μ m ϕ のCu/Crの電極用メタライズ層21とが設けられたSiからなる基板2と、図示していない100 μ m ϕ のCu/Crの電極用メタライズ層21が設けられたセラミック製の回路基板とにそれぞれ行った。すなわち、転写用バンプ11にフラックス4を塗布したあと、図7(C)に示したように、電極用メタライズ層21との位置が合致するようにバンプ用原板1と基板2を重ね合わせ、図示していないN₂ガス雰囲気のリフロー炉内で215 $^{\circ}$ Cで加熱して転写用バンプ11を電極用メタライズ層21の上に転写した。図示していないが、回路基板にも同じ条件で転写した。

【0126】そのあと、図7(D)に示したように、バンプ用原板1を基板2から剥離し、基板2の上に形成されたバンプ3の表面の酸化膜を除去したり、バンプ3の整形を行うために、バンプ3にフラックスを塗布してInはんだの融点より高い215 $^{\circ}$ Cに加熱して溶融させた。冷却したあとフラックスを洗浄して除去し、基板2の上に良好なバンプ3を形成することができた。図示していない回路基板も同様の条件で処理し、良好なバンプ3を形成することができた。

【0127】こうして、バンプ3が形成された基板2と回路基板とは、例えば、それぞれのバンプ3を位置合わせして重ね合わせ、フラックスを用いずに、260 $^{\circ}$ Cのフルオロカーボン蒸気中でVPS法によってフリップチップ接合体を構成することができる。

【0128】ここでは、バンプ材料にPb-5wt%SnはんだやInはんだを用いたが、その外に、例えば、BiやGa、Ge、Sbを含むはんだなども用いることができる。また、転写用バンプを形成するバンプ用原板には、Siやガラスの外にセラミックやポリイミドのような耐熱性の高い樹脂膜なども用いることができる。さらに、バンプを形成する電極用メタライズ層には、バンプ材料の種類によって、Ni/TiとかCu/Crなどの多層薄膜も用いることができる。さらに、メタルマスクの開孔の大きさには、種々の変形が可能である。

【0129】次に、レジストをマスクとしためっきによるバンプ形成方法についての本発明の第8の実施例について説明する。まず、比較のために従来する方法について説明する。

【0130】図9(B)に示すように、4インチのシリ

コン(Si)ウェーハ71上にめっき用の金属電極74(100 μ m ϕ)を形成する。この金属電極74は図9(A)に示すように、スパッタ法によりチタン(Ti)膜72を1,000Å、ニッケル(Ni)膜73を5,000Åの厚さに積層する。そして、図9(D)に示すように、金属電極74となる部分以外を3 μ mの厚さのポリイミド膜75で覆って、絶縁膜を形成する。この上に、図10(F)に示すように、50 μ mの厚さのドライフィルム78をラミネートし、図10(G)に示すように、250 μ mピッチで金属電極74の径より大きく130 μ m ϕ にめっき用の開口部79をパターンニングする。

【0131】次に、Ni膜をめっきの導電膜に利用して、鉛(Pb)-錫(Sn)(5%)はんだめっき液を用いて、厚さ35 μ mに電解めっきを行い、図10(H)に示すようにはんだ80を開口部79内にめっきする。

【0132】はんだ80のめっき後、ドライフィルム78を剥離し、金属電極74上に形成されたはんだ80のバンプを観察する。すると、図18(C)及び図19に顕微鏡写真で示すように、130 μ m ϕ のバンプ95が形成されていたが、一部周縁はめっきがつかずドライフィルム96の開口部97で埋まっていないところが観察された。またバンプ95の表面も高さが不均一となり、凹凸面99が見られた。

【0133】次に、本発明の第8の実施例を図9、図10の工程順模式断面図により説明する。図9(A)に示すように、4インチのSiウェーハ71上にめっき用の金属電極74を形成するため、スパッタ法によりTi膜72を1,000Å、Ni膜73を5,000Åの厚さに積層し、図9(B)に示すようにフォトリソグラフィによりパターンニングして、100 μ m ϕ の金属電極74を形成する。

【0134】そして、図9(C)に示すようにバンプ形成に用いるはんだの融点に耐え得る絶縁膜としてポリイミド膜75を3 μ mの厚さに被覆し、フォトリソグラフィにより、金属電極74にバンプを形成するため、図9(D)に示すようにスルーホール76を開く。

【0135】この後、本発明の方法により、ポリイミド膜75の表面を逆スパッタする。逆スパッタは一般のスパッタ装置を用い、逆スパッタ時にはNi等のターゲットの前に遮蔽板を設け、ターゲットに対向するウェーハチャックにSiウェーハ71をセットし、アルゴン(Ar)ガスを導入して、出力1kw、真空度 1×10^{-1} PaでSiウェーハ71表面の金属電極74をAr粒子で叩く。

【0136】すると、図9(E)に示すように、当然金属電極74のNi膜73の表面が逆スパッタされて、周縁のポリイミド膜75上全体に金属膜または金属粒子77が堆積される。

【0137】続いて、図10(F)に示すように、ポリイミド膜75で被覆されたSiウェーハ71上全体に50 μ mの厚さのドライフィルム78をラミネートし、図10(G)に示すように250 μ mピッチで130 ϕ μ mのめっき

用レジストパターンを開口して開口部 79 とする。次に、 $Pb-Sn$ (5%) はんだめっき液を用いて、電解めっきを行い、はんだ 80 を開口部 79 内に形成する。

【0138】 はんだ 80 のめっき後、ドライフィルム 78 を剥離し、金属電極 74 上に形成されたパンプ用のはんだ 80 を観察すると、図 11 に顕微鏡写真で示すように、良好な $130\phi\mu m$ のはんだパンプ 81 が形成されていた。

【0139】 次に、このはんだ 80 のパンプを $350^{\circ}C$ で 1 分程加熱してはんだ 80 を熔融すると、図 10 (I) ならびに図 12 に顕微鏡写真で示すように、めっき後にはパンプ高さが約 $35\mu m$ で径が $130\mu m$ のはんだ 80 が、加熱熔融後には約 $70\mu m$ の球形のはんだパンプ 81 に形成された。この時、はんだ 80 下面の薄い金属膜または金属粒子 77 ははんだパンプ 81 に溶解・吸収されてしまう。

【0140】 本発明の実施例では $50\mu m$ の厚さのドライフィルム 78 を用いたが、ドライフィルム 78 の厚さは $20\mu m$ 位まで可能であり、その場合にはパンプ高さが約 $15\mu m$ で加熱熔融後には約 $30\mu m$ の球形のはんだパンプ 81 が形成され、はんだパンプ 81 のピッチも $100\mu m$ 位まで可能となる。

【0141】 また、更に微細なはんだパンプ 81 を必要とする場合には、例えば電極径が $10\mu m$ 程度の微細パターンであれば、液状レジストを用いて、フリップチップボンディングが可能な大きさの $20\mu m$ 以下のはんだパンプ 81 を同じような方法で得ることができる。

【0142】 また、はんだ材料は、本発明の実施例に限定されるものではなく、 Sn 系や銀 (Ag) 系、アンチモン (Sb) 系、インジウム (In) 系、ビスマス (Bi) 系などのすべてのはんだ材料で実施可能であることは言うまでもない。

【0143】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明によれば、転写法によるパンプの形成において、課題：1 の微細なパンプ転写の際の位置合わせについては、請求項 1～5 で述べたように、基板上に設けられた複数の電極用メタライズ層に転写するためのパンプ用原板上に設けられた複数の転写用パンプの直径が、隣接する前記電極用メタライズ層同士の隙間よりも小さく、かつ、ピッチが前記電極用メタライズ層のピッチよりも小さく形成されていることにより、位置合わせの必要がなくなる効果がある。また、この際、パンプ間に点在するはんだ塊は、請求項 6 で述べたように、転写工程で塗布したフラックスとともに洗浄して除去出来る。

【0144】 次に、課題：2 のパンプの高さのばらつきについては、請求項 7 で述べたように、パンプ用原板上に重畳されたメタルマスクの複数の開孔を通して蒸着によって形成された転写用パンプのばらつきは、前記メタルマスクを検査し、所定の面積の 20% 以下の開孔面積を含むメタルマスクを不具合として不使用にするとともに、前記転写工程を複数回繰り返すことでパンプの高さが図

14 に示したような不均一がなくなる。

【0145】 次に、課題：3 のパンプ中のボイドの発生については、請求項 8 で述べたように、電極用メタライズ層と絶縁層とに跨るように金属層を設け、この金属層に転写用パンプを位置合わせして転写し、金属層を転写パンプの中に拡散させることで、ボイドの発生を防止出来る。

【0146】 また、課題：4 のはんだボールの発生については、請求項 9、10 または 11 で述べたように、転写用パンプ形成領域の回りに、転写用パンプに不濡の周覆層を設け、蒸着工程が終わったあと加熱して転写用パンプを融解してから周覆層を除去することで、あるいは電極用メタライズ層の回りに、転写用パンプに不濡の周覆層を設け、転写工程が終わったあと、周覆層を除去することで解決される。この周覆層には、パンプと差別的にエッチング除去可能な金属層、または溶剤によって溶解除去可能な樹脂層が効果的に用いられる。

【0147】 更に、課題：5 のマスク蒸着法によるパンプの剥離については、請求項 12 または 14 で述べたように、寸法の異なる開孔を有する複数のメタルマスクを重ね合わせ、開孔の側壁を階段状に拡開するようにしている。そして、開孔のパンプ用原板に当接する側が大きくなるようにする。このように、メタルマスクの開孔の側壁が拡大する方向に逃げているので、マスク蒸着して仮にパンプ材料が回り込んでも開孔の側壁に付着することを防ぐことができ、その結果、マスクをパンプを形成しようとする基板やパンプ用原板から剥離する際に、形成されたパンプや転写用パンプまでが一緒に剥離してしまうことが防げる。

【0148】 一方、レジストをマスクとしためっきによるパンプの形成方法における大きいパンプを形成する課題については、請求項 19～23 で述べたように、逆スパッタにより電極金属の薄膜または金属粒子を電極金属を取り囲む絶縁膜の上へも形成することにより、めっき用の導電膜が形成でき、電解めっきによる電極上の微細且つ高密度のパンプを精度良く形成することが可能となった。

【0149】 その結果、本発明は、特にフリップチップ接合を製造工程に含む半導体装置の製造工程の歩留り向上や原価低減に対して、寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施例の説明図

【図 2】 本発明の第 2 の実施例の説明図

【図 3】 本発明の第 3 の実施例の説明図

【図 4】 本発明の第 4 の実施例の説明図

【図 5】 本発明の第 5 の実施例の説明図

【図 6】 本発明の第 6 の実施例の説明図

【図 7】 本発明の第 7 の実施例の説明図

【図 8】 本発明のパンプ用はんだの形成方法の模式的

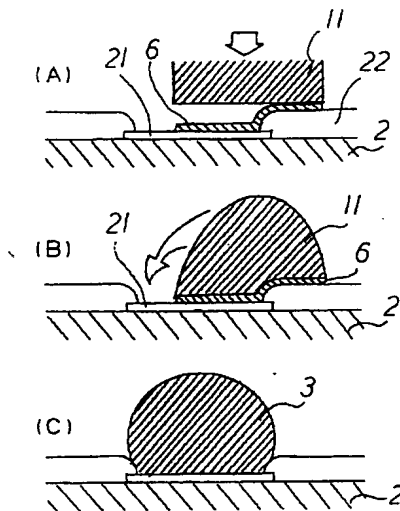
な工程図

- 【図 9】 本発明の第 8 の実施例の工程順模式説明図
(その 1)
【図 10】 本発明の第 8 の実施例の工程順模式説明図
(その 2)
【図 11】 本発明のバンプ用はんだの形成後の顕微鏡
写真
【図 12】 本発明のバンプ用はんだの溶融後のはんだ
バンプ完成顕微鏡写真
【図 13】 転写法によるバンプの形成方法の模式的な
工程図
【図 14】 蒸着法で形成したバンプの高さの実測値
【図 15】 バンプの中のボイド発生を説明する模式図
【図 16】 回り込み膜からはんだ塊の生成を説明する
模式図
【図 17】 蒸着法によるバンプの剥離を説明する模式
図
【図 18】 従来のバンプ用はんだの形成方法の模式的
な工程図
【図 19】 従来例のバンプ用はんだの形成後の顕微鏡
写真
【符号の説明】
1 バンプ用原板
2 基板
3 バンプ
4 フラックス
5 メタルマスク
5a 第 1 マスク

- 5b 第 2 マスク
6 金属層
7 周覆層
11 転写用バンプ
21 電極用メタライズ層
22 絶縁膜
31 はんだ塊
51 重置体
61 半導体基板
62 金属電極
63 絶縁膜
64 金属膜または金属粒子
65 ドライフィルムまたは液状レジスト
66 開口部
67 はんだ
68 はんだバンプ
71 Si ウェーハ
72 Ti 膜
73 Ni 膜
74 金属電極
75 ポリイミド膜
76 スルーホール
77 金属膜または金属粒子
78 ドライフィルム
79 開口部
80 はんだ
81 はんだバンプ

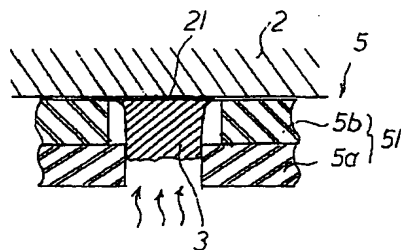
【図 3】

本発明の第 3 の実施例の説明図



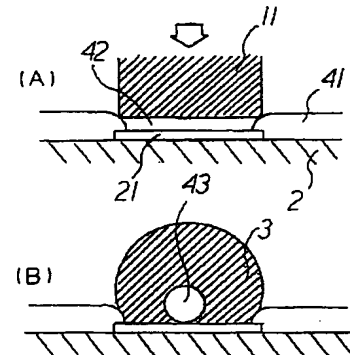
【図 6】

本発明の第 6 の実施例の説明図



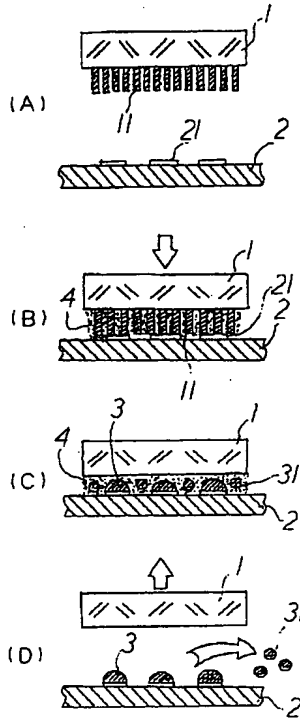
【図 15】

バンプの中のボイド発生を説明する模式図



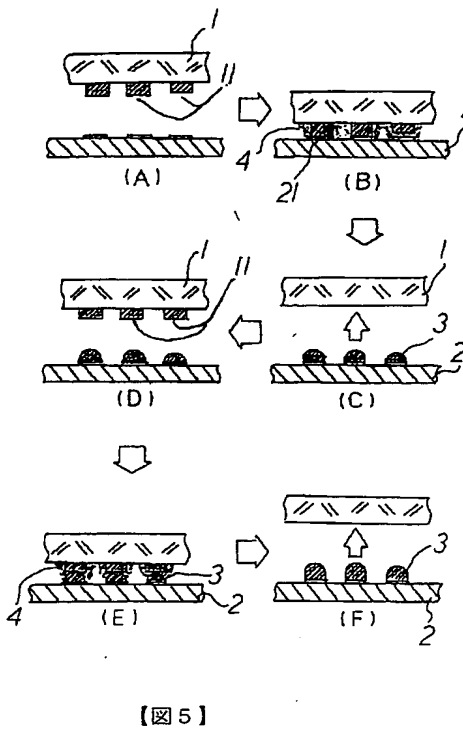
【図 1】

本発明の第 1 の実施例の説明図



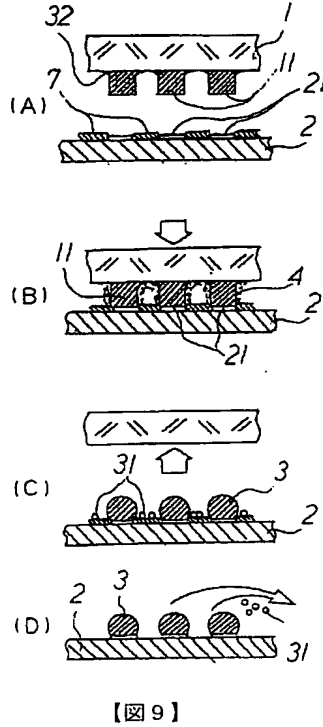
【図 2】

本発明の第 2 の実施例の説明図



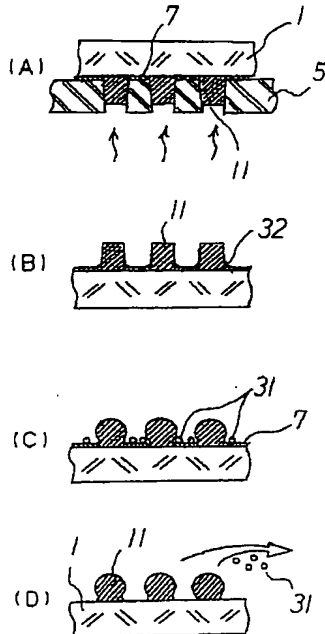
【図 4】

本発明の第 4 の実施例の説明図

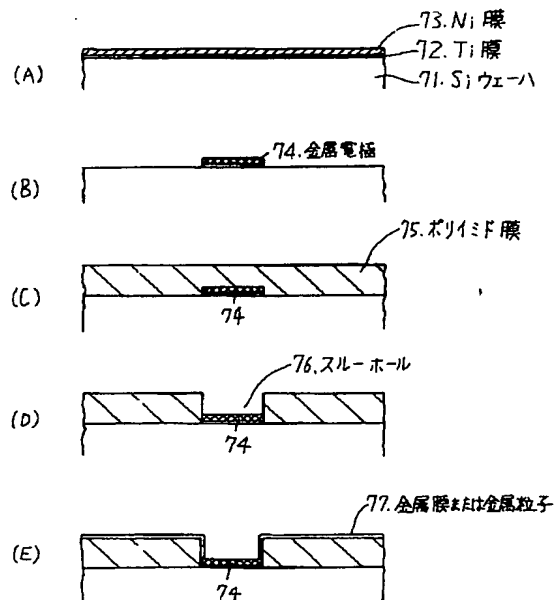


【図 5】

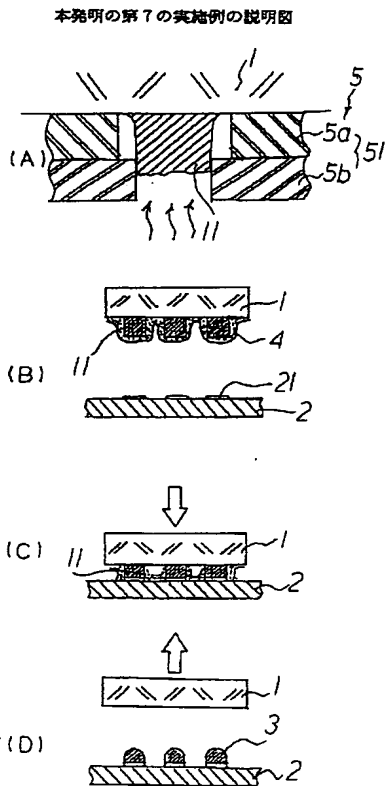
本発明の第 5 の実施例の説明図



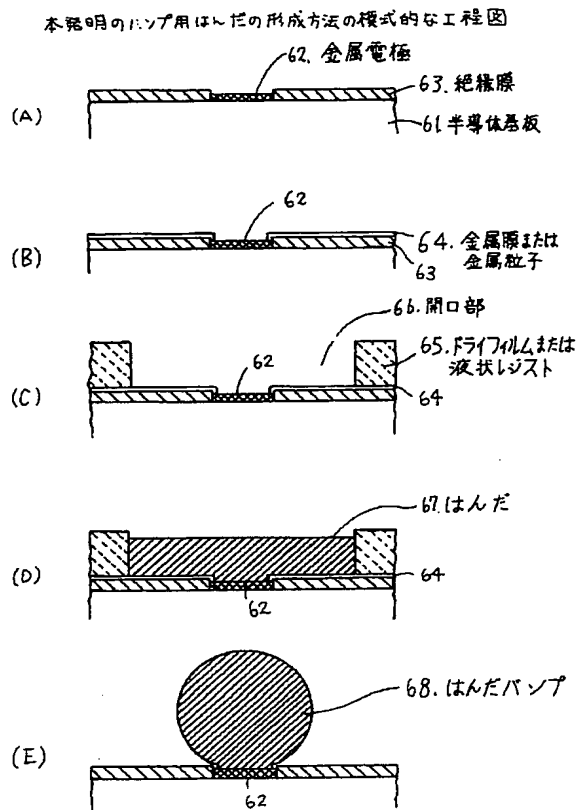
本発明の第 3 の実施例の工程順模式説明図(その 1)



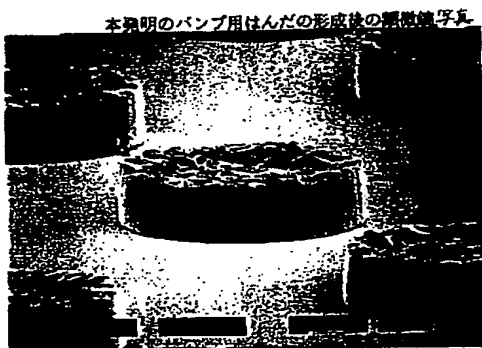
【図 7】



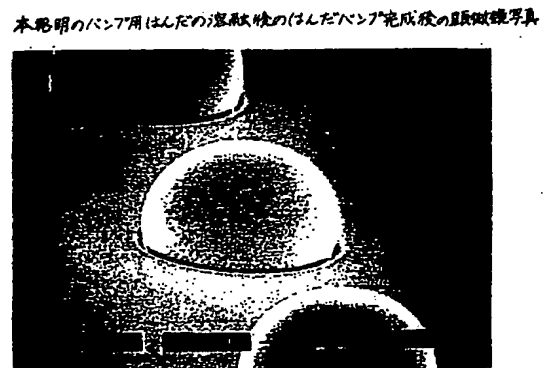
【図 8】



【図 11】

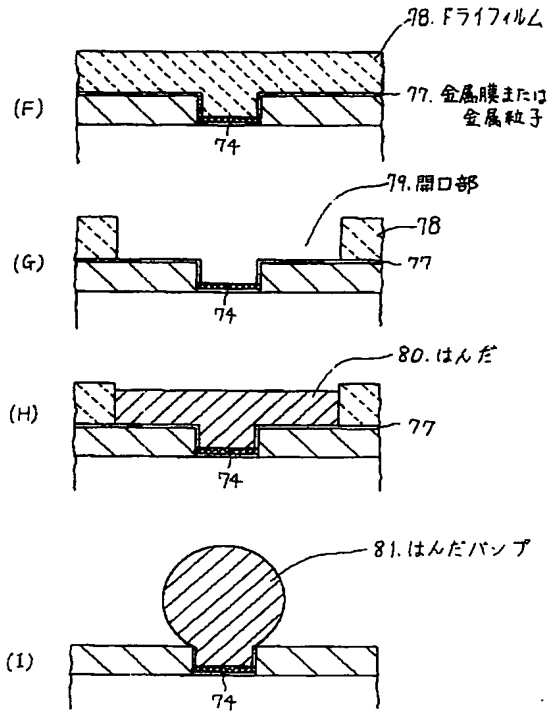


【図 12】



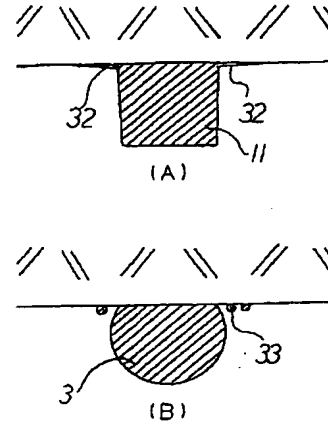
【図 10】

本発明の第8の実施例の工程順模式説明図(その2)



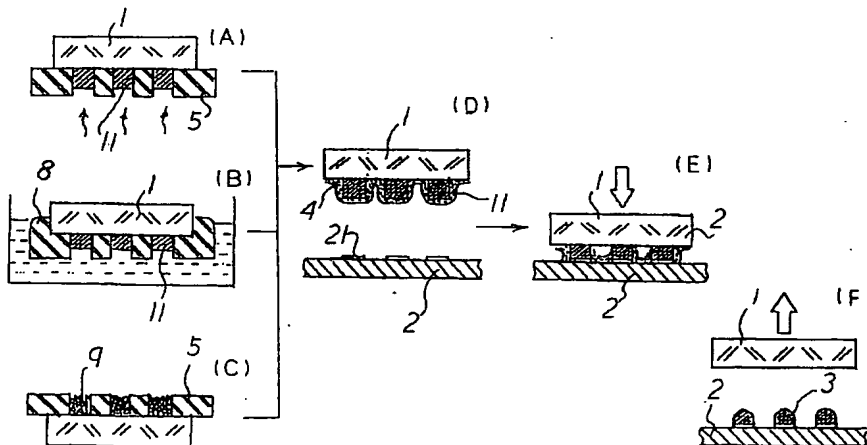
【図 16】

回り込み膜からはんだ塊の生成を説明する模式図



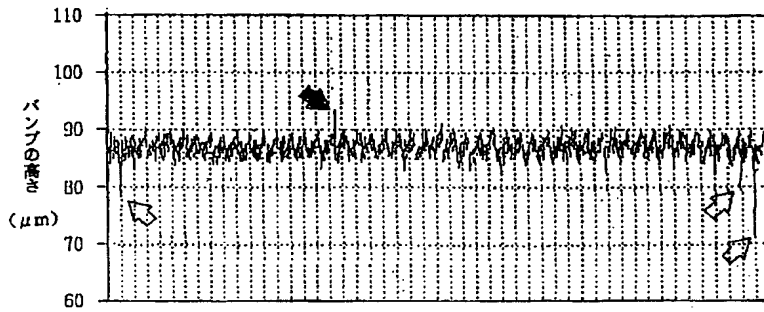
【図 13】

転写法によるパンプの形成方法の模式的な工程図



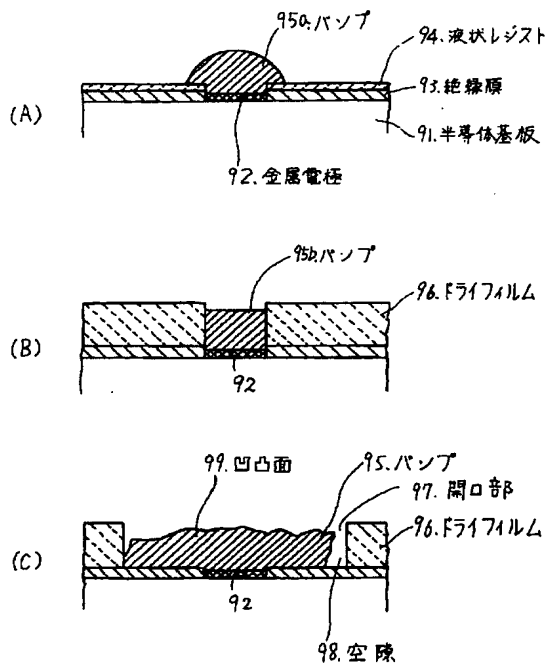
【図 14】

蒸着法で形成したパンプの高さの実測値



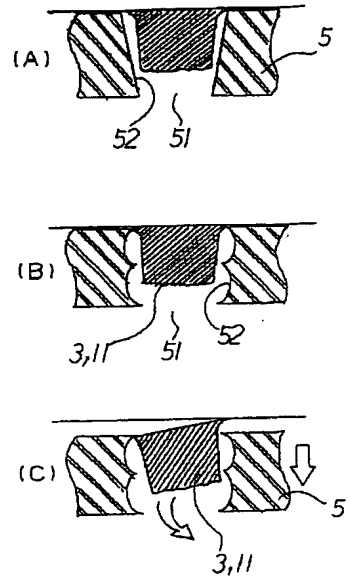
【図 18】

従来のパンプ用はんたの形成方法の模式的な工程図



【図 17】

蒸着法によるパンプの剝離を説明する模式図



【図 19】

従来例のパンプ用はんたの形成後の顕微鏡写真

